MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL

TRASNPORTE DE FLUIDOS

Introducción

Flujo de fluidos. Estudia los principios que determinan el flujo y transporte de cualquier fluido de un punto a otro.

Ecuación de Bernouilli: Un fluido que fluye a través de cualquier tipo de conducto, como una tubería, contiene energía que consiste en los siguientes componentes: interna, potencial, de presión y cinética.

- **Energía interna**: la energía interna es la observación macroscópica de las energías moleculares, atómicas y subatómicas de las especies que entran y salen de un sistema.
- **Energía potencial**: es la energía que posee una masa de fluido en relación con un plano de referencia arbitrario.
- **Energía de presión**: esta energía es una medida del trabajo requerido para introducir el fluido en el sistema.
- **Energía cinética**: esta es la energía asociada con el movimiento.

Trabajo de bomba en la ecuación de Bernoulli: Se utiliza una bomba en un sistema para aumentar la energía mecánica de un fluido en movimiento, utilizando dicho aumento para mantener el flujo.

Viscosidad: La viscosidad de un fluido es la propiedad del material en virtud del cual se opone a las fuerzas cortantes. Los fluidos que tienen baja viscosidad, como el agua, presentan menos resistencia a una fuerza cortante que los fluidos que tienen viscosidad alta como los aceites. La viscosidad es de particular importancia en el transporte de fluidos, ya que ésta afecta la resistencia al flujo que ofrece el fluido.

Número de Reynolds: El flujo de un fluido por un tubo se puede dividir en dos clases generales: flujo laminar y flujo turbulento, dependiendo del tipo de trayectoria que siguen las partículas individuales del fluido. Cuando el flujo de las partículas de fluido es paralelo al eje del tubo, el flujo se llama laminar. Cuando el curso que siguen las partículas individuales del se desvía considerablemente de la línea recta y en el seno del fluido se forman remolinos el flujo se llama turbulento.

Medición de flujos: Para el control de procesos industriales es esencial conocer la cantidad de materia que entra y sale del proceso. Puesto que los materiales se transportan, siempre que sea posible en forma fluida, es importante medir la velocidad con que un fluido circula a través de una tubería.

Los medidores más ampliamente utilizados para la medida del flujo son los diferentes medidores de carga variable y de área variable. Los medidores de carga variable comprenden los medidores de venturi, los medidores de orificio y los tubos de pitot. Los medidores de área variable comprenden los diferentes tipos de rotámetros.

TUBERÍAS Y ACCESORIOS

La **tubería** o **cañería** es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos.

Hay tres métodos de fabricación de tubería.

- **Sin costura** (sin soldadura). La tubería se forma a partir de un lingote cilíndrico el cual es calentado en un horno antes de la extrusión. En la extrusión se hace pasar por un dado cilíndrico y posteriormente se hace el agujero mediante un penetrador. La tubería sin costura es la mejor para la contención de la presión gracias a su homogeneidad en todas sus direcciones. Además es la forma más común de fabricación y por tanto la más comercial.



- Con costura **longitudinal**. Se parte de una lámina de chapa la cual se dobla dándole la forma a la tubería. La soladura que une los extremos de la chapa doblada cierra el cilindro. Por tanto es una soldadura recta que sigue toda una generatriz. Variando la separación entre los rodillos se obtienen diferentes curvas y con ello diferentes diámetros de tubería. Esta soldadura será la parte más débil de la tubería y marcará la tensión máxima admisible.





- Con soldadura **helicoidal** (o en espiral). La metodología es la misma que el punto anterior con la salvedad de que la soldadura no es recta sino que recorre la tubería siguiendo la tubería como si fuese roscada.

Las tuberías se construyen en diversos materiales en función de consideraciones técnicas y económicas. Suele usarse:

- Poliéster Reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
- hierro fundido
- acero
- latón
- cobre
- plomo
- hormigón
- polipropileno
- PVC
- polietileno de alta densidad (PEAD), etcétera.

Dependiendo su Uso se destina el material a emplear, como por ejemplo:

Uso doméstico:

- Agua: Actualmente, los materiales más comunes con los que se fabrican tubos para la conducción de agua son: PRFV, cobre, PVC, polipropileno, PEAD y acero.

- Desagües: Los materiales más comunes para el desalojo de aguas servidas son: PRFV, hierro fundido, PVC, hormigón o fibrocemento.2 Los nuevos materiales que están reemplazando a los tradicionales son el PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio,) PEAD (Polietileno de Alta Densidad) y PP (Polipropileno).

- Gas: Suelen ser de cobre o acero (dúctil o laminar según las presiones aplicadas), dependiendo del tipo de instalación, aunque si son de un material metálico es necesario realizar una conexión a la red

de toma de tierra.3 También se están comenzando a hacer de PRFV, Polietileno Reforzado con Fibra de Vidrio. En el caso de tuberías de conducción con requerimientos térmicos y mecánicos menos exigentes, además soportan altas presiones.

- Calefacción: El cobre es el material más usado en las instalaciones nuevas, mientras que en instalaciones antiguas es muy común encontrar tuberías de hierro. En redes enterradas se emplea tubería Preaislada.

Uso industrial:

- Energía: En el transporte de vapor de alta energía4 se emplea acero aleado con cromo y molibdeno.
- Agua: Para grandes caudales de agua (refrigeración) se emplea Poliéster Reforzado con fibra de vidrio (PRFV-hasta DN3200), hierro fundido dúctil (hasta 2m de diámetro) o acero al carbono. En el caso de la última, la tubería se fabrica a partir de chapa doblada que posteriormente es soldada (tubería con costura).
- Producción de energía hidráulica se las llama tubería forzada
- Petroquímica: Dada la variedad de productos transportados se encuentran materiales muy distintos para atender a las necesidades de corrosión, temperatura y presión. Cabe reseñar materiales como el PRFV, Monel O el Inconel para productos muy corrosivos.

ACCESORIOS DE TUBERÍAS: Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso.

TIPOS: Entre los tipos de accesorios más comunes se puede mencionar:

- Bridas
- Codos
- Tes
- Reducciones
- Cuellos o acoples
- Válvulas
- Empacaduras
- Tornillos y niples

Características a considerar:

Entre las características se encuentran: tipo, tamaño, aleación, resistencia, espesor y dimensión.

- Diámetros. Es la medida de un accesorio o diámetro nominal mediante el cual se identifica al mismo y depende de las especificaciones técnicas exigidas.
- Resistencia. Es la capacidad de tensión en libras o en kilogramos que puede aportar un determinado accesorio en plena operatividad.
- Aleación. Es el material o conjunto de materiales del cual está hecho un accesorio de tubería.
- Espesor. Es el grosor que posee la pared del accesorio de acuerdo a las normas y especificaciones establecidas.

1. **BRIDAS:** Son accesorios para conectar tuberías con equipos (Bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios (codos, válvulas, etc.). La unión se hace por medio de dos bridas, en la cual una de ellas pertenece a la tubería y la otra al equipo o accesorio a ser conectado. La ventaja de las uniones bridadas radica en el hecho de que por estar unidas por espárragos, permite el rápido montaje y desmontaje a objeto de realizar reparaciones o mantenimiento.

   Tipos y características

- Brida con cuello para soldar es utilizada con el fin de minimizar el número de soldaduras en pequeñas piezas a la vez que contribuya a contrarrestar la corrosión en la junta.

- Brida con boquilla para soldar.

- Brida deslizante es la que tiene la propiedad de deslizarse hacia cualquier extremo del tubo antes de ser soldada y se encuentra en el mercado con cara plana, cara levantada, borde y ranura, macho y hembra y de orificio requiere soldadura por ambos lados.

- Brida roscada. Son bridas que pueden ser instaladas sin necesidad de soldadura y se utilizan en líneas con fluidos con temperaturas moderadas, baja presión y poca corrosión, no es adecuada para servicios que impliquen fatigas térmicas.

- Brida loca con tubo rebordeado. Es la brida que viene seccionada y su borde puede girar alrededor de cuello, lo que permite instalar los orificios para tornillos en cualquier posición sin necesidad de nivelarlos.

- Brida ciega. Es una pieza completamente sólida sin orificio para fluido, y se une a las tuberías mediante el uso de tornillos, se puede colocar conjuntamente con otro tipo de brida de igual diámetro, cara y resistencia.

- Brida orificio. Son convertidas para cumplir su función como bridas de orificio, del grupo de las denominadas estándar, específicamente del tipo cuello soldable y deslizantes.

- Brida de cuello largo para soldar.

- Brida embutible. Tiene la propiedad de ser embutida hasta un tope interno que ella posee, con una tolerancia de separación de 1/8'' y solo va soldada por el lado externo.

- Brida de reducción.

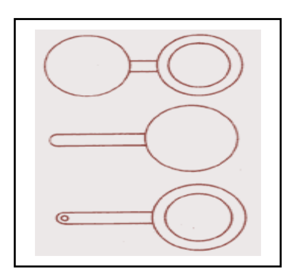


2. **DISCO CIEGO:** Son accesorios que se utilizan en las juntas de tuberías entre bridas para bloquear fluidos en las líneas o equipos con un fin determinado.

   Tipos y características, Los discos ciegos existen en diferentes formas y tamaños, los más comunes son:

- Un plato circular con lengua o mango
- Figura en 8
- Bridas terminales o sólidas

Figura en "8"disco ciego espaciador



3. **CODOS:** son accesorios de forma curva que se utilizan para cambiar la dirección del flujo de las líneas tantos grados como lo especifiquen los planos o dibujos de tuberías.

Tipos: Los codos estándar son aquellos que vienen listos para la pre-fabricación de piezas de tuberías y que son fundidos en una sola pieza con características específicas y son:

- Codos estándar de 45°
- Codos estándar de 90°
- Codos estándar de 180°



Características

- Diámetro. Es el tamaño o medida del orificio del codo entre sus paredes los cuales existen desde ¼'' hasta 120’’”. También existen codos de reducción.
- Angulo. Es la existente entre ambos extremos del codo y sus grados dependen del giro o desplazamiento que requiera la línea.
- Radio. Es la dimensión que va desde el vértice hacia uno de sus arcos. Según sus radios los codos pueden ser: radio corto, largo, de retorno y extralargo.
- Espesores una normativa o codificación del fabricante determinada por el grosor de la pared del codo.
- Aleación. Es el tipo de material o mezcla de materiales con el cual se elabora el codo, entre los más importantes se encuentran: acero al carbono, acero a % de cromo, acero inoxidable, galvanizado, etc.
- Junta. Es el procedimiento que se emplea para pegar un codo con un tubo, u otro accesorio y esta puede ser: soldable a tope, roscable, embutible y soldable.
- Dimensión. Es la medida del centro al extremo o cara del codo y la misma puede calcularse mediante formulas existentes.
  (Dimensión = 2 veces su diámetro.) O (dimensión = diámetro x 2)

4. **TE:** Son accesorios que se fabrican de diferentes tipos de materiales, aleaciones, diámetros y schedulle y se utiliza para efectuar fabricación en líneas de tubería.

Tipos

- Diámetros iguales o te de recta
- Reductora con dos orificios de igual diámetro y uno desigual.



Características

- Diámetro. Las tes existen en diámetros desde ¼'' " hasta 72'' " en el tipo Fabricación.
- Espesor. Este factor depende del espesor del tubo o accesorio a la cual va instalada y ellos existen desde el espesor fabricación hasta el doble extrapesado.
- Aleación. Las más usadas en la fabricación son: acero al carbono, acero inoxidable, galvanizado, etc.
- Juntas. Para instalar las te en líneas de tubería se puede hacer, mediante procedimiento de rosca embutible-soldable o soldable a tope.
- Dimensión. Es la medida del centro a cualquiera de las bocas de la te.

5. **REDUCCION:** son accesorios de forma cónica, fabricadas de diversos materiales y aleaciones. Se utilizan para disminuir el volumen del fluido a través de las líneas de tuberías.

Tipos

- Estándar concéntrica. Es un accesorio reductor que se utiliza para disminuir el caudal del fluido aumentando su velocidad, manteniendo su eje.
- Estándar excéntrica. Es un accesorio reductor que se utiliza para disminuir el caudal del fluido en la línea aumentando su velocidad perdiendo su eje.



Características

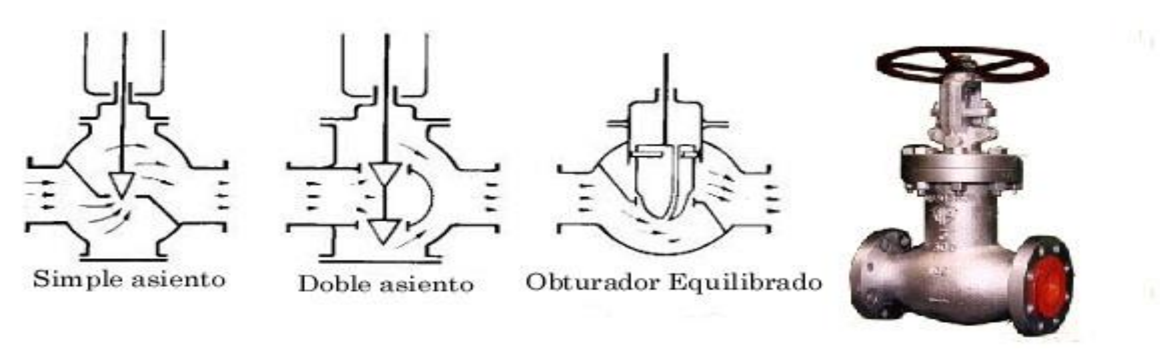
- Diámetro. Es la medida del accesorio o diámetro nominal mediante el cual se identifica al mismo, y varía desde ¼'' " x 3/8'' " hasta diámetros mayores.
- Espesor. Representa el grosor de las paredes de la reducción va a depender de los tubos o accesorios a la cual va a ser instalada. Existen desde el espesor estándar hasta el doble extrapesado.
- Aleación. Es la mezcla utilizada en la fabricación de reducciones, siendo las más usuales: al carbono, acero al % de cromo, acero inoxidable, etc.
- Junta. Es el tipo de instalación a través de juntas roscables, embutibles soldables y soldables a tope.
- Dimensión. Es la medida de boca a boca de la reducción Concéntrica y excéntrica).

6. **VALVULAS:** es un accesorio que se utiliza para regular y controlar el fluido de una tubería. Este proceso puede ser desde cero (válvula totalmente cerrada), hasta de flujo (válvula totalmente abierta), y pasa por todas las posiciones intermedias, entre estos dos extremos.

   TIPOS y CARACTERÍSTICAS, Las válvulas pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador. Las válvulas de movimiento lineal en las que el obturador se mueve en la dirección de su propio eje se clasifican como se especifica a continuación.

- **Válvula de Globo**: Siendo de simple asiento, de doble asiento y de obturador equilibrado respectivamente.

  Las válvulas de simple asiento precisan de un actuador de mayor tamaño para que el obturador cierre en contra de la presión diferencial del proceso. Por lo tanto, se emplean cuando la presión del fluido es baja y se precisa que las fugas en posición de cierre sean mínimas.

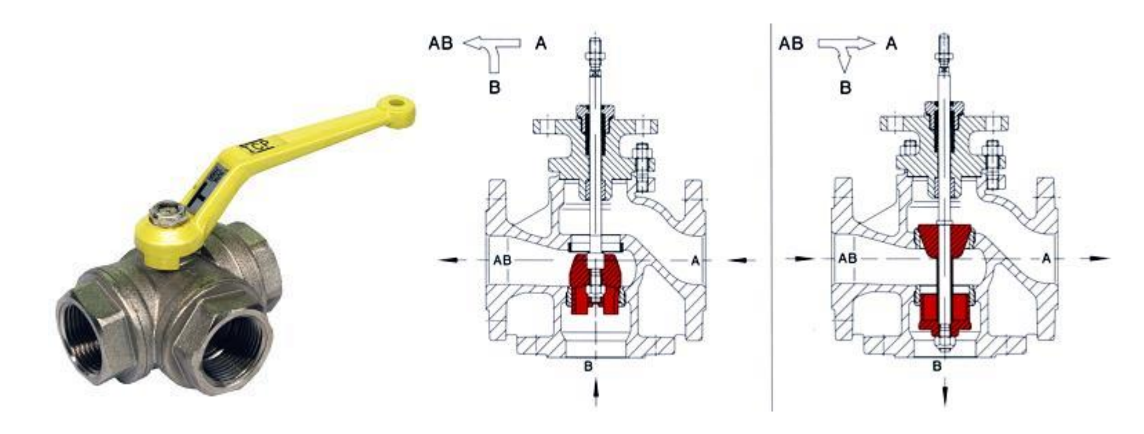


  En la válvula de doble asiento o de obturador equilibrado la fuerza de desequilibrio desarrollada por la presión diferencial a través del obturador es menor que en la válvula de simple asiento. Por este motivo se emplea en válvulas de gran tamaño o bien cuando deba trabajarse con una alta presión diferencial. En posición de cierre las fugas son mayores que en una válvula de simple asiento.

- **Válvula en Angulo**: Permite obtener un flujo de caudal regular sin excesivas turbulencias y es adecuada para disminuirla erosión cuando esta es considerable por las características del fluido o por la excesiva presión diferencial. El diseño de la válvula es idóneo para el control de fluidos que vaporizan, para trabajar con grandes presiones diferenciales y para los fluidos que contienen sólidos en suspensión.



- **Válvula de tres vías:** Este tipo de válvula se emplea generalmente para mezclar fluidos, o bien para derivar un flujo de entrada dos de salida. Las válvulas de tres vías intervienen típicamente en el control de temperatura de intercambiadores de calor.



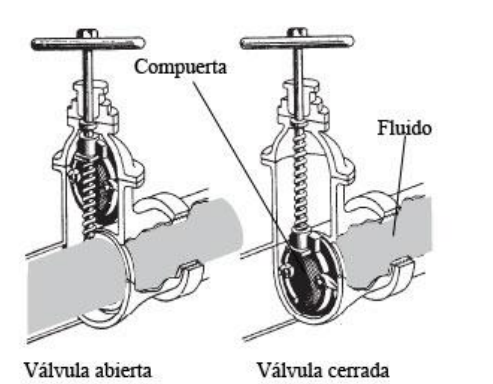
- **Válvula de Jaula**:

Consiste en un obturador cilíndrico que desliza en una jaula con orificios adecuados a las características de caudal deseadas en la válvula. Se caracteriza por el fácil desmontaje del obturador y por qué este puede incorporar orificios que permiten eliminar prácticamente el desequilibrio de fuerzas producido por la presión diferencial favoreciendo la estabilidad del funcionamiento. Por este motivo este tipo de obturador equilibrado se emplea en válvulas de gran tamaño o bien cuando deba trabajarse con una alta presión diferencial.



Como el obturador esta contenido dentro de la jaula, la válvula es muy resistente a las vibraciones y al desgaste. Por otro lado, el obturador puede disponer de aros de teflón que, con la válvula en posición cerrada, asientan contra la jaula y permiten lograr así un cierre hermético.

- **Válvula de Compuerta**: Esta válvula efectúa su cierre con un disco vertical plano o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido. Por su disposición es adecuada generalmente para control todo-nada, ya que en posiciones intermedias tiende a bloquearse. Tiene la ventaja de presentar muy poca resistencia al flujo de fluido cuando está en posición de apertura total.





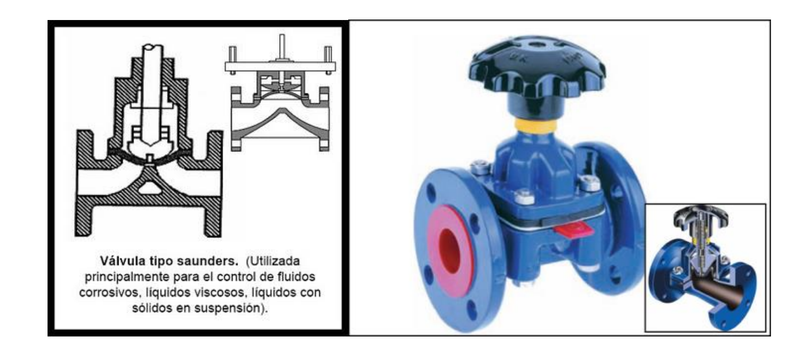
- **Válvula en Y**: Es adecuada como válvula de cierre y de control. Como válvula todo-nada se caracteriza por su baja perdida de carga y como válvula de control presenta una gran capacidad de caudal. Posee una característica de auto drenaje cuando está instalada inclinada con un cierto ángulo. Se emplea usualmente en instalaciones criogénicas.



- **Válvula de Cuerpo Partido**: Es una modificación de la válvula de globo de simple asiento teniendo el cuerpo partido en dos partes entre las cuales está presionado el asiento. Esta disposición permite una fácil sustitución del asiento y facilita un flujo suave del fluido sin espacios muertos en el cuerpo. Se emplea principalmente para fluidos viscosos y en la industria alimentaria.



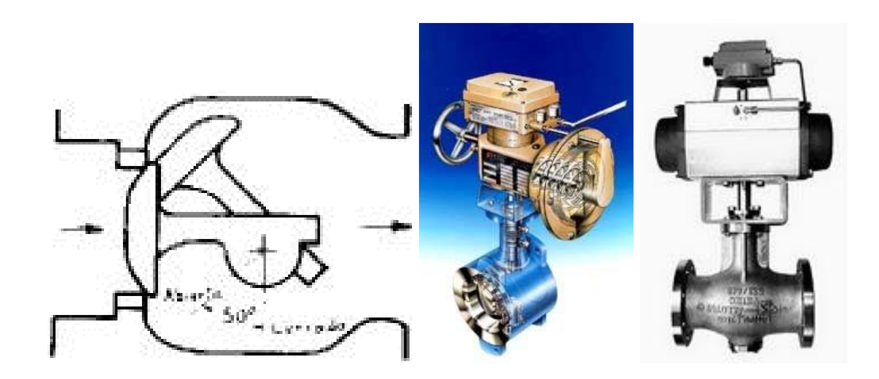
- **Válvula Saunders**: El obturador es una membrana flexible que a través de un vástago unido a un servomotor, es forzada contra un resalte del cuerpo cerrando así el paso del fluido. La válvula se caracteriza por que el cuerpo puede revestirse fácilmente de goma o de plástico para trabajar con fluidos agresivos. Tiene la desventaja de que el servomotor de accionamiento debe ser muy potente. Se utiliza principalmente en procesos químicos difíciles, en particular en el manejo de fluidos negros o agresivos o bien en el control de fluidos conteniendo sólidos en suspensión



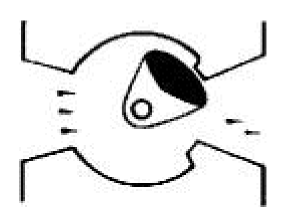
- **Válvula de Compresión**: Funciona mediante el pinzamiento de dos o más elementos flexibles, por ejemplo, un tubo de goma. Igual que las válvulas de diafragma se caracterizan porque proporcionan un optimo control en posición de cierre parcial y se aplican fundamentalmente en el manejo de fluidos negros corrosivos, viscosos o conteniendo partículas sólidas en suspensión.



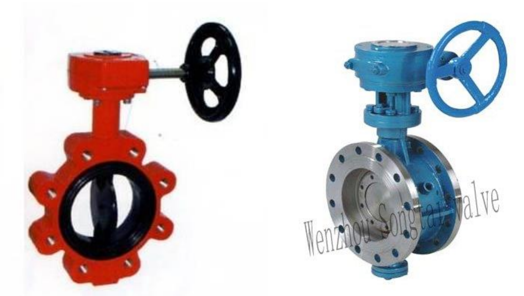
- **Válvula de Obturador excéntrico rotativo**: Consiste en un obturador de superficie esférica que tiene un movimiento rotativo excéntrico y que está unido al eje de giro por uno o dos brazos flexibles. El eje de giro sale al exterior del cuerpo y es accionado por el vástago de un servomotor. El par de este es reducido gracias al movimiento excéntrico de la cara esférica del obturador. La válvula se caracteriza por su gran capacidad de caudal, comparable a las válvulas mariposa y a las de bola y por su elevada perdida de carga admisible.



- **Válvula de obturador cilíndrico excéntrico**: Tiene un obturador cilíndrico excéntrico que asienta contra un cuerpo cilíndrico. El cierre hermético se consigue con un revestimiento de goma o teflón en la cara del cuerpo donde asienta el obturador. La válvula es de bajo costo y tiene una capacidad relativamente alta es adecuada para fluidos corrosivos y líquidos viscosos o conteniendo sólidos en suspensión.



- **Válvula de Mariposa**: El cuerpo está formado por un anillo cilíndrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular. La válvula puede cerrar herméticamente mediante un anillo de goma encastrado en el cuerpo. Un servomotor exterior acciona el eje de giro del disco y ejerce su par máximo cuando la válvula está totalmente abierta, siempre que la presión diferencial permanezca constante. Las válvulas de mariposa se emplean para el control de grandes caudales de presión a baja presión.

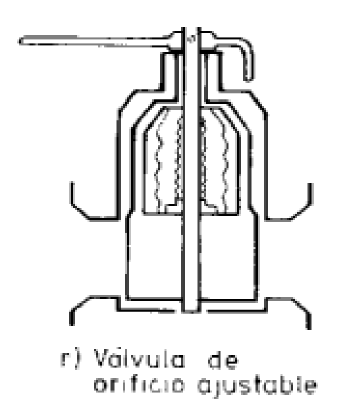


- **Válvula de Bola**: El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de bola o esfera. La bola tiene un corte adecuado (usualmente en V) que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente accionada por un servomotor exterior. El cierre estanco se logra con un aro de teflón incorporado al cuerpo contra el cual asienta la bola cuando la válvula está cerrada. En posición de apertura total, la válvula equivale aproximadamente en tamaño a 75% del tamaño de la tubería. La válvula de bola se emplea principalmente en el control de caudal de fluidos negros, o bien en fluidos con gran porcentaje de sólidos en suspensión.



- **Válvula de Orificio Ajustable**:

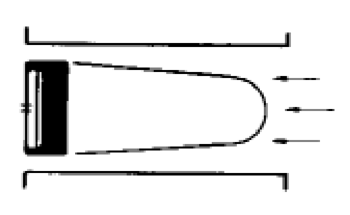
  El obturador de esta válvula consiste en una camisa de forma cilíndrica que esta perforada con dos orificios, uno de entrada y otro de salida y que gira mediante una palanca exterior accionada manualmente o por medio de un servomotor. El giro del obturador tapa parcial o totalmente las entradas y salidas de la válvula controlando así el caudal. La válvula incorpora además una tajadera cilíndrica que puede deslizar dentro de la camisa gracias a un macho roscado de accionamiento exterior. La atajadera puede así fijarse manualmente en una posición determinada para limitar el caudal máximo.


r) Válvula de orificio ajustable

  Se utiliza para combustibles gaseosos o líquidos, vapor, aire comprimido y líquidos en general.

- **Válvula de Flujo Axial**:

  Las válvulas de flujo axial consisten en un diagrama accionado reumáticamente que mueve un pistón, el cual a su vez comprime un fluido hidráulico contra un obturador formado por un material elastómero. De este modo, el obturador se expansiona para cerrar el flujo anular del fluido. Este tipo de válvulas se emplea para gases y es especialmente silencioso. Otra variedad de la válvula de flujo axial es la válvula del manguito a través de un flujo auxiliar a una presión superior a la del propio fluido. Se utiliza también para gases.


s) Válvula de flujo axial

7. **EMPACADURAS:** Es un accesorio utilizado para realizar sellados en juntas mecanizadas existentes en líneas de servicio o plantas en proceso.

   TIPOS

- **Empacadura flexitalica**. Este tipo de empacadura es de metal y de asientos espirometatilos. Ambas características se seleccionan para su instalación de acuerdo con el tipo de fluido.
- **Anillos de acero**. Son las que se usan con brida que tienen ranuras para el empalme con el anillo de acero. Este tipo de juntas de bridas se usa en líneas de aceite de alta temperatura que existen en un alambique, o espirales de un alambique de tubos. Este tipo de junta en bridas se usa en líneas de amoniaco.
- **Empacadura de asbesto**. Como su nombre lo indica son fabricadas de material de asbesto simple, comprimido o grafitado. Las empaquetaduras tipo de anillo se utilizan para bridas de cara alzada o levantada, de cara completa para bridas de cara lisa o bocas de inspección y/o pasahombres en torres, inspección de tanques y en cajas de condensadores, donde las temperaturas y presiones sean bajas.
- **Empacaduras de cartón**. Son las que se usan en cajas de condensadores, donde la temperatura y la presión sean bajas. Este tipo puede usarse en huecos de inspección cuando el tanque va a llenarse con agua.
- **Empacaduras de goma**. Son las que se usan en bridas machos y hembras que estén en servicio con amoniaco o enfriamiento de cera.
- **Empacadura completa**. Son las que generalmente se usan en uniones con brida, particularmente con bridas de superficie plana, y la placa de superficie en el extremo de agua de algunos enfriadores y condensadores.
- **Empacadura de metal**. Son fabricadas en acero al carbono, según ASTM, A-307, A-193. en aleaciones de acero inoxidable, A-193. también son fabricadas según las normas AISI en aleaciones de acero inoxidable A-304, A-316.

- **Empacaduras grafitadas**. Son de gran resistencia al calor (altas temperaturas) se fabrican tipo anillo y espirometalicas de acero con asiento grafitado, son de gran utilidad en juntas bridadas con fluido de vapor.



8. TAPONES: Son accesorios utilizados para bloquear o impedir el pase o salida de fluidos en un momento determinado. Mayormente son utilizados en líneas de diámetros menores.

TIPOS: Según su forma de instalación pueden ser macho y hembra.



CARACTERÍSTICAS.

- Aleación. Son fabricados en mezclas de galvanizado, acero al carbono, acero inoxidable, bronce, monel, etc.
- Resistencia. Tienen una capacidad de resistencia de 150 libras hasta 9000 libras.
- Espesor. Representa el grosor de la pared del tapón.
- Junta. La mayoría de las veces estos accesorios se instalan de forma enroscable, sin embargo por normas de seguridad muchas veces además de las roscas suelen soldarse. Los tipos soldables a tope, se utilizan para cegar líneas o también en la fabricación de cabezales de maniformes.

Bibliografía

Transporte de fluidos
http://www.siss.gob.cl/articles-5853_Nch3197.pdf